



S U U N T A U K S E N S U U N N I T T E L U
LYHENNELMÄ NORMIEHDOTUKSESTA

GEOMETRINEN TOIMIKUNTA

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

HELSINKI 15. 12. 1970

17746

VID

08
TIE



S U U N T A U K S E N S U U N N I T T E L U

Lyhennelmä normiehdotuksesta

Lyhennelmä Geometrisen toimikunnan
laatimasta tvl:n normaalimääräysten
ja ohjeiden luonnoksesta "Suuntauk-
sen suunnittelu"

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN KIRJASTO

17746

JOHDANTO

Geometrisen toimikunnan laatimassa tien suuntauksen suunnittelua koskevassa ohjeluonnoksessa käsitellään

1. tien sovittamista maastoon
2. tien geometrista suunnittelua ja
3. suuntauksen suunnittelun työvaiheita

Tässä vihkosessa on esitetty lyhennelmä ohjeluonnoksessa ehdotetuista suunnittelun pääperiaatteista sekä yhteenveto tien geometrista suunnittelua koskevasta osasta.

Lyhennelmän tarkoituksena on helpottaa kokonaiskäsityksen muodostamista ko. luonnoksesta. Ohjeluonnoksessa annetut suunnitteluelementtien ohje- ja vähimmäisarvot poikkeavat osaksi vastaavista valtioneuvoston teknillisissä ohjeissa annetuista arvoista.

Helsingissä 15.12.1970

Geometrinen toimikunta

SUUNTAUKSEN SUUNNITTELU

YLEISTÄ

Tien suuntauksen suunnittelulla tarkoitetaan ohjeluonnoksessa tien sijainnin ja muodon suunnittelua, jossa pyritään taloudellisuus-, turvallisuus- ja miellyttävyyšnäkökohtien kannalta mahdollisimman edulliseen lopputulokseen. Eri tavoitteiden painotus riippuu lähinnä teiden liikenteellisestä merkityksestä.

Tien geometrinen muoto määräytyy kolmen päämitoitustekijän perusteella, jotka ovat tielinja, tasausviiva ja poikkileikkaus. Kukin näistä muodostuu useista elementeistä. Tielinjan, tasausviivan ja poikkileikkauksen suunnittelu käsittää elementtien valinnan, näiden yhdistämisen päämitoitustekijöiksi sekä päämitoitustekijöiden sovittaminen yhteen siten, että tielle saadaan tarkoituksenmukainen sijainti ja muoto.

Suunnittelun yleiset lähtökohdat ovat:

- liikenne
- tien toiminnallinen luokka
- paikalliset olosuhteet
- tienpidon ohjelmointi

Liikenteen määrä ja sen koostumus vaikuttaa ratkaisevasti etenkin suuntauksen eri vaihtoehtojen vertailussa, koska ajokustannukset riippuvat suurensti tien liikenteestä.

Teiden toiminnallinen luokitus perustuu tien asemaan ja merkitykseen tieverkossa. Ohjeluonnoksessa yleiset tiet jaotellaan seuraaviin luokkiin:

- päätiet
- kokoojatiet
- yhdystiet

Tien mitoitusnopeus (ohjenopeus), palvelutaso ja turvallisuusvaatimukset määräytyvät pääasiassa tien toiminnallisen luokan perusteella.

Paikallisia olosuhteita koskevat tiedot ovat tarpeellisia, jotta tie voitaisiin sovittaa maastoon

tarkoituksemukaisella tavalla ottaen huomioon teknillis- ja maankäyttötaloudelliset sekä ympäristönsuojelunäkökohdat.

Tienpidon ohjelmoinnin yhteydessä on suoritettu alustava toimenpiteen määrittely sekä tehty alustava kustannusarvio ja rahoitus suunnitelma, jotka vaikuttavat tien suuntauksen toteuttavan vaihtoehtoon valintaan sekä päätettäessä tien vaiheittaisesta rakentamisesta.

Tien suuntauksen suunnittelun yleisten tavoitteiden saavuttamiseksi tien elementtien mitoituksen lähtökohtana käytetään mitoitusnopeutta (ohjenopeutta), jonka perusteella määrätään tien geometrinen elementtien ohje- ja vähimmäisarvot ottaen huomioon ajodynamiikan lait sekä ajoneuvon ja sen kuljettajan suorituskyyky.

Tien ulkomuotoon kiinnitetään huomiota suunnitteluvaiheessa vertailemalla tielinjaa, tasausviivaa ja poikkileikkausta tien eri kohdissa ja sovittamalla eri elementtiyhdistelmät toisiinsa siten, että tielle saataisiin sekä liikenneturvallisuuden että miellyttävyyden kannalta edullinen muoto. Samalla kiinnitetään myös huomiota tien ja maaston sopusointuun.

Taloudellisten näkökohtien ottamiseksi huomioon pyritään tielinja sovittamaan maastoon rakennuskustannusten kannalta edullisella tavalla välttämällä kuitenkin ajokustannuksia lisääviä jyrkkiä nousuja ja tielinjan jyrkkiä kaaria. Edullisimman tien suuntauksen löytämiseksi suunnitellaan useita eri vaihtoehtoja ja suoritetaan vaihtoehtojen laskennallinen vertailu. Tällöin tarkastellaan erikseen rahana arvioitavat näkökohdat ja omana ryhmänä sellaiset näkökohdat, joiden merkitystä ei voida arvioida yksinomaan rahana.

GEOMETRINEN SUUNNITTELU

1. PYSÄHTYMISMATKA

Pysähtymismatkalla tarkoitetaan matkaa, jonka ajoneuvon kuljettaja käyttää ajoneuvonsa pysäyttämiseen. Pysähtymismatkaan luetaan kuuluvaksi sekä reaktioajan kuluessa että jarrutuksen aikana kuljettu matka.

Pysähtymismatka lasketaan kaavasta

$$L_p = t_r \cdot \frac{V}{3,6} + \frac{V^2}{254 (f + s)}$$

jossa L_p = pysähtymismatka (m)
 t_r = reaktioaika (sek)
 V = ajoneuvon alkunopeus (km/h)
 f = keskimääräinen kitkakerroin (-)
 s = tien pituuskaltevuus (-)

Mitoituspysähtymismatkaa k -
 s i nimitetään tien geometrisen mitoituksen läh-
 tökohdaksi määriteltä pysähtymismatkaa.

Mitoituspysähtymismatkat ja niitä vastaavat keski-
 määräiset hidastuvuudet ja kitkakertoimet

Mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)	Mitoitus- pysähtymis- matka (m)	Keskimää- räinen hi- dastuvuus (m/s ²)	Keskimää- räinen kit- kakerroin (-)	Reagointi- aika (sek)
40	40	3,4	0,35	2,0
50	55	3,3	0,34	2,0
60	75	3,2	0,33	2,0
70	95	3,1	0,32	2,0
80	120	3,0	0,31	2,0
90	150	2,9	0,30	2,0
100	180	2,9	0,30	2,0
110	215	2,9	0,30	2,0
120	250	2,9	0,30	2,0
130	295	2,9	0,30	2,0
140	355	2,9	0,30	2,0

2. NÄKEMÄT

a) Mitoitusnäkemät

Mitoituspysähtymisnäkemäl-
 lä tarkoitetaan matkaa, minkä etäisyydeltä ajo-
 neuvon kuljettaja voi nähdä tiellä olevan esteen
 voidakseen normaaliolosuhteissa pysäyttää ajoneu-
 vonsa ennen estettä. Mitoituspysähtymisnäkemä on
 mitoituspysähtymismatkan pituinen.

Mitoituskohtaamisnäkemäl-
 lä tarkoitetaan matkaa, minkä etäisyydeltä kah-
 den vastakkaisiin suuntiin kulkevan ajoneuvon kul-
 jettajat voivat havaita toistensa ajoneuvot ja nor-
 maaliolosuhteissa pysähtyä yhteenajon välttämisek-
 si. Mitoituskohtaamisnäkemä on kaksi kertaa mitoi-
 tuspysähtymismatkan pituinen.

Mitoitusnäkemien pituudet

Mitoitusohitusnäkemäl-
 lä tarkoitetaan matkaa, minkä etäisyydeltä ajoneu-
 von kuljettaja voi nähdä tien suuntaan voidakseen
 normaaliolosuhteissa ohittaa edellään kulkevan
 ajoneuvon ilman, että ohituksen alkamishetkellä
 näkyviin tulevan, vastakkaiseen suuntaan kulkevan
 ajoneuvon tarvitsee vähentää nopeuttaan.

Mitoitusliittymisnäkemäl-
 lä tarkoitetaan matkaa, minkä etäisyydelle ta-
 soliittymään saapuvan ajoneuvon kuljettajan on
 nähtävä toisen tien suuntaan voidakseen arvioida
 tilanteen sellaiseksi, että hän voi turvallisesti
 kääntyä toiselle tielle tai ylittää sen ilman, et-
 tä tätä tietä mitoitusnopeudella (ohjenopeudella)
 kulkevan ajoneuvon tarvitsee haitallisessa määrin
 vähentää nopeuttaan.

Mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)	Mitoituspysähtymis- näkemä (m)	Mitoituskohtaamisnä- kemä (m)	Mitoitusohitusnä- kemä (m)	Mitoitusliittymisnäkemä (m)	
				Normaalisti	Poikkeuksellisesti
40	40	80		140	80
50	55	110	400	170	110
60	75	150	450	200	140
70	95	190	500	240	170
80	120	240	550	280	200
90	150	300	600	320	240
100	180	360	650	370	280
110	215	430	700		
120	250	500	750		
130	295	590			
140	355	710			

b) Näkemäolosuhteita koskevat vaatimukset

Kaikilla teillä tulee olla jokaisessa tiekohdassa mitoituspysähtymisnäkemä.

Kaksisuuntaiselle liikenteelle tarkoitettulla yksiajokaistaisella tiellä on jokaisessa kohdassa oltava vähintään mitoituskohtaamisnäkemä.

Kaikissa yleisten teiden sekä yleisen ja yksityisen tien liittymissä tulee olla mitoitustiittymisnäkemä.

Kaksiajokaistaisella, kahteen suuntaan liikennöidyllä tiellä tulisi mitoitushitusnäkemän esiintymisprosentin olla vähintään seuraavan taulukon mukainen

Tien toiminnallinen luokka	Mitoitushitusnäkemän esiintymisen ohjeelliset vähimmäismäärät (%)
Päätie	30
Kokoojatie	25
Yhdystie	20

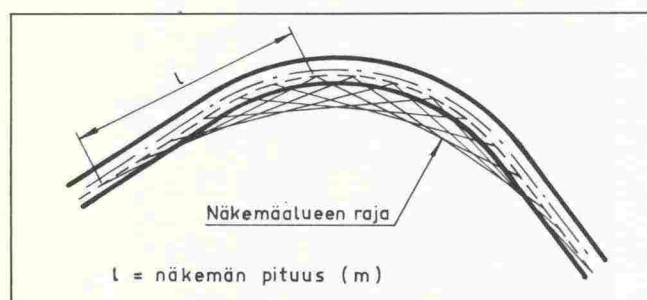
Ohituskelpoisten osuuksien tulisi jakaantua mahdollisimman tasaisesti.

3. NÄKEMÄALUEET

Näkemäalueita varataan

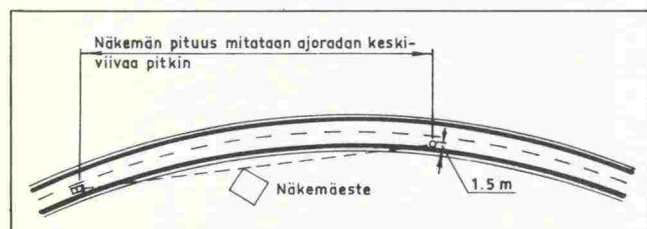
- tien kaarrekohdissa
- tasoliittymissä
- tien ja rauta- tai raitiotien tasoristeyksissä.

a) Näkemäalue tien kaarrekohdassa

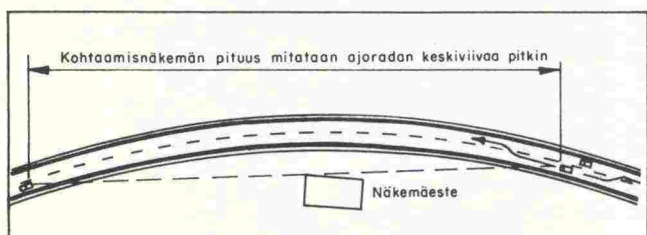


Näkemäalue varataan vähintään mitoituspysähtymisnäkemän perusteella. Poikkeuksellisesti voidaan näkemäalue varata myös mitoitushitusnäkemän perusteella.

Pysähtymisnäkemän mittaaminen tien kaarrekohdassa

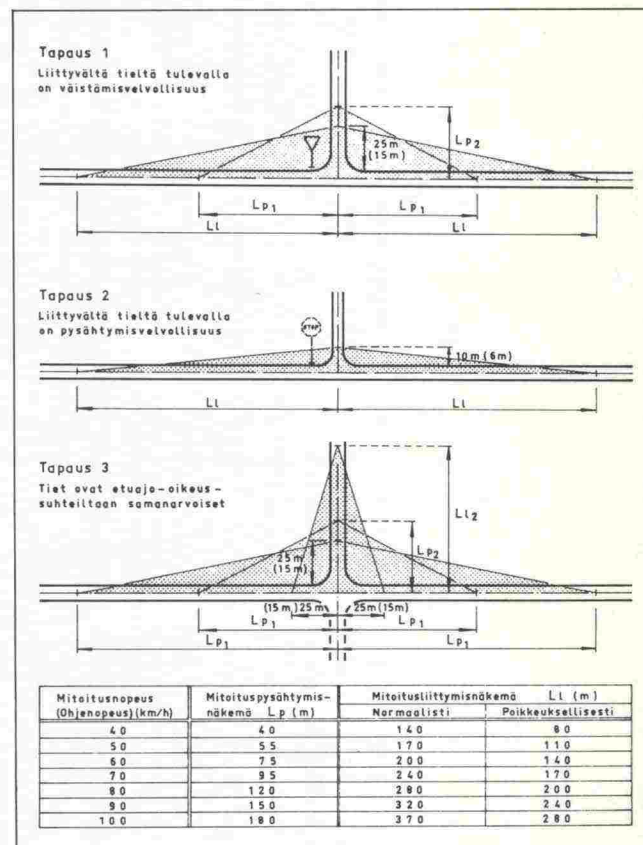


Kohtaamis- ja ohitusnäkemän mittaaminen tien kaarrekohdassa

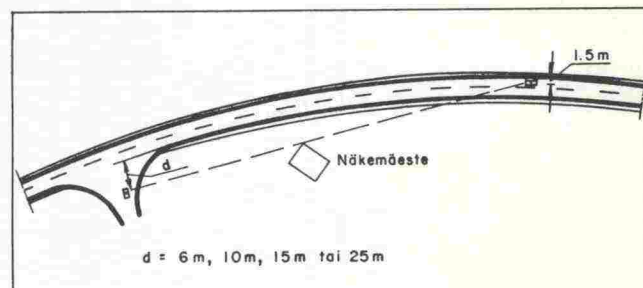


b) Näkemäalueet tasoliittymissä

Tasoliittymän näkemäalueet määrätään mitoitustiittymis- ja mitoituspysähtymisnäkemän perusteella



Liittymisnäkemän mittaaminen tien kaarrekohdassa



Ympyräkaaren säteen ohjearvot, jotka on laskettu siten, että ohjearvojen alarajalla ($q + f$) on $2/3$ ja ylärajalla $1/3$ vähimmäisarvojen ($q + f$):stä

Mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)	Ympyräkaaren säteen ohjearvot (m)
40	90 ... 200
50	150 ... 300
60	250 ... 500
70	350 ... 700
80	500 ... 1000
90	750 ... 1500
100	1000 ... 2000
110	1250 ... 2500
120	1700 ... 3500
130	2200 ... 4000
140	2600 ... 5000

C. Siirtymäkaari

Siirtymäkaarena käytetään yleensä klotoidia. Siirtymäkaari voidaan poikkeuksellisesti korvata yhdellä tai useammalla ympyräkaarella.

Klotoidin perusyhtälö on

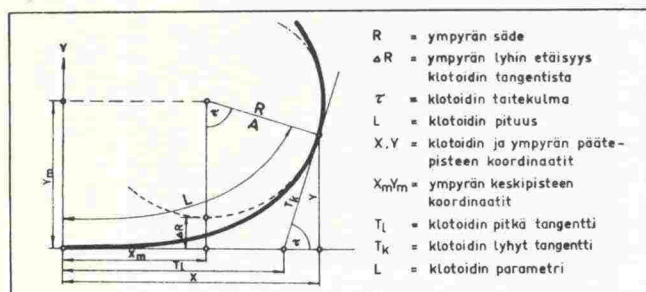
$$A^2 = RL$$

jossa A = klotoidin parametri

L = klotoidin kaaren pituus
alkupisteestä lähtien

R = kaaren säde kohdassa, johon asti kaaren pituutta klotoidin alkupisteestä lähtien mitataan.

Klotoidin mitoitusarvot



Klotoidin parametrin vähimmäis- ja ohjearvot määrätään ajodynamiikan, optisten näkökohtien ja sivukaltevuuden muutokseen liittyvien näkökohtien perusteella

Klotoidin parametrin ajodynamiiset vähimmäisarvot voidaan laskea kaavasta

$$L_{\min} = 0,043 V^3 \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) - 5,45 V (q_2 - q_1) \quad (14)$$

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{L_{\min}}{\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}} = \sqrt{\frac{L_{\min} \cdot R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2}} \quad (5)$$

joissa L_{\min} = siirtymäkaaren vähimmäispituus (m)

A_{\min} = klotoidin parametrin vähimmäisarvo (m)

V = mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)

R_1 = sen ympyräkaaren säde, josta tullaan (suoralla $R_1 = \infty$) (m)

R_2 = sen ympyräkaaren säde, johon ajetaan (m)

q_1 = sivukaltevuus R_1 -säteisessä kaarteessa (-)

q_2 = sivukaltevuus R_2 -säteisessä kaarteessa (-)

Klotoidin parametrin ohjearvot optisten näkökohtien perusteella

R (m)	A
100 ... 300	R ... 0,5R
300 ... 1000	0,5R ... 0,3R
1000 ... 2000	0,3R ... 0,25R
2000 ... 3000	0,25R ... 0,20R

Sivukaltevuuden muutosmatkan vähimmäispituuden perusteella saadaan klotoidin parametrin vähimmäisarvo kaavasta

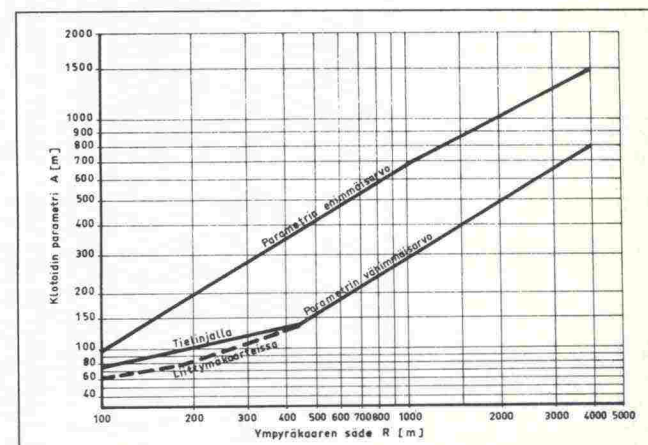
$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot L_q}$$

jossa A_{\min} = parametrin vähimmäisarvo (m)

R = ympyräkaaren säde (m)

L_q = sivukaltevuuden muutoksen tarvitsema vähimmäismatka (m)

Klotoidin parametrin ohjearvot, jotka on määrätty ajodynamiikan, optisten näkökohtien ja sivukaltevuuden muutokseen liittyvien näkökohtien perusteella



Tielinja liittymien kohdalla

Liittymien näkemäolosuhteiden kannalta on suora tielinja edullisin.

Kaarresäteen vähimmäisarvot eritasoliittymien kohdalla

- moottoriteillä 3000 m
- muilla teillä 1500 m

Kaarresäteen ohjeelliset vähimmäisarvot tasoliittymien kohdalla

Mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)	Kaarresäteen vähimmäisarvo (m)
40	150
50	200
60	350
70	500
80	750
90	1000
100	1400

Elementtien yhdistämistä koskevia ohjeita

a) Kaarien yhdistelmät

Klotoidi - ympyräkaari - klotoidi:

- Lyhyitä ympyräkaaria tulee välttää

S-kaari:

- Suuremman parametrin suhteen pienempään parametriin tulee olla pienempi kuin 1,5.

Kaksi samansuuntaista ympyräkaarta:

- Jos yhdistäminen suoritetaan klotoidia käyttäen, tulee sen parametrin täyttää seuraava ehto

$$\frac{R}{2} \leq A \leq R$$

jossa R = pienemmän ympyräkaaren säde (m)

A = klotoidin parametri (m)

- Ympyrät voidaan yhdistää ilman klotoidia, jos niiden kaarresäteiden suhde on seuraavan taulukon mukainen

R_1 (m)	R_2 (m)
200	150 ... 250
300	220 ... 430
400	280 ... 600
600	400 ... 950
800	500 ... 1400
1000	650 ... 1900
1500	850 ... 3000
2000	1100 ... 4000
3000	1500 ... 6000
4000	2000 ... 8000

b) Kaarien ja suorien yhdistelmät

Kahden samaan suuntaan kaarevan ympyräkaaren välillä olevan suoran pituuden tulee olla vähintään $6 \cdot V$ (m), jossa V on mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h), tai vähintään 300 ... 400 metriä

Mikäli kahden erisuuntaisen ympyräkaaren välillä käytetään suoraa, tulee sen pituuden olla vähintään $2 \cdot V$ (m), jossa V on mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h).

Kaksi erisuuntaista klotoidia, joiden välillä on suora.

- sivukaltevuuden järjestelyihin liittyvien näkökohtien vuoksi suoran pituuden tulee olla vähintään $2 \cdot V$ (m), jossa V on mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h) tai alle 20 m
- ulkonäköseikkojen vuoksi tulee aivan lyhyen suoran pituuden olla korkeintaan seuraavan kaavan mukainen

$$L = \frac{A_1 + A_2}{40}$$

jossa L = suoran enimmäispituus (m)

A_1 ja A_2 = klotoidien parametrit (m)

5. TASAUSVIIIVAN SUUNNITTELU

Tasausviivan suunnittelussa käytetään yleensä kahta elementtiä

- suoraa
- pyöristyskaarta

A. Suora tasaus

Suora tasaus on ajodynamiikan ja näkemäolosuhteiden sekä tasaisessa maastossa yleensä myös tien ulkonäön kannalta edullinen.

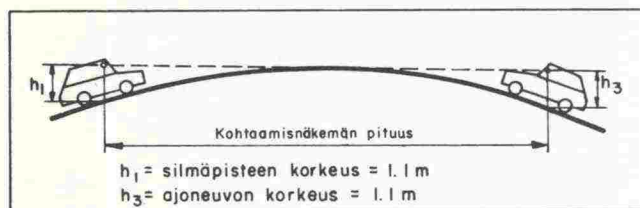
B. Pyöristyskaari

Pyöristyskaaren vähimmäis- ja ohjearvot määrätään näkemien, ajodynamiikan ja ulkonäköseikkojen perusteella.

Pyöristyskaaren säteen vähimmäis- ja ohjearvot mitoituspysähtymisnäkemän perusteella.

Mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)	Pyöristyskaaren säde R (m)		
	Vähimmäisarvot		Ohjearvot kuperassa taitteessa
	Kovera	Kupera	
40	600	450	450 ... 750
50	1000	800	800 ... 1400
60	1500	1500	1500 ... 2500
70	2100	2400	2400 ... 4100
80	2800	3900	3900 ... 6500
90	3500	6000	6000 ... 10000
100	4300	9000	9000 ... 15000
110	5200	12500	12500 ... 21000
120	6300	17000	17000 ... 28000
(130)	(7600)	(23000)	
(140)	(9200)	(35000)	

Kohtaamis- ja ohitusnäkemä kuperan pyöristykseen kohdalla



Kuperan pyöristyskaaren vähimmäis- ja ohjearvojen laskeminen

Tapaus 1. Pysähtymisnäkemä \leq kaaren pituus

Pys. näkemä = l
Pys. näkemä kun esteen korkeus on 0.1 m
Kohtaamisnäkemä = 2 · pys. näk.

Pysähtymisnäkemä määrättäessä elementtien ohjearvoja:
 $l = x_1 \therefore 1.1\text{m} = \frac{l^2}{2S} \therefore S_{\min} = \frac{l^2}{2.2\text{m}}$

Pysähtymisnäkemä määrättäessä elementtien vähimmäisarvoja:
 $l = x_1 + x_2 \therefore x_1 = \sqrt{2 \cdot S \cdot 1.1\text{m}}, x_2 = \sqrt{2 \cdot S \cdot 0.1\text{m}} \therefore S_{\min} = \frac{l^2}{3.75\text{m}}$

Tapaus 2. Pysähtymisnäkemä \geq kaaren pituus

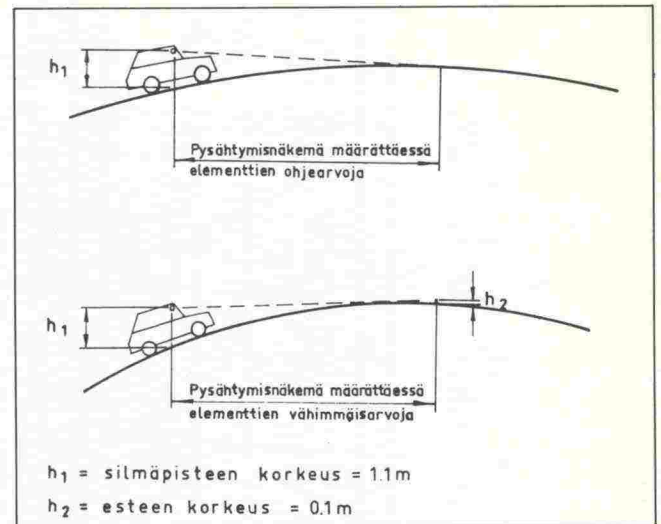
Pysähtymisnäkemä = l

$l = T + L = \frac{S}{2} \cdot \frac{i_1 \pm i_2}{100} + \frac{1.1\text{m}}{i_1 \pm i_2}$

$S_{\min} = \frac{l - \frac{1.1\text{m}}{i_1 \pm i_2}}{\frac{i_1 \pm i_2}{200}}$

$S = \text{Pyöristyssäde [m]}$
 $l = \text{Pysähtymisnäkemä [m]}$
 i_1 ja $i_2 = \text{Pituuskaltevuus [\%]}$
Kaavassa merkki +, jos pituuskaltevuudet erisuuntaisia
Kaavassa merkki -, jos pituuskaltevuudet samansuuntaisia

Pysähtymisnäkemä kuperan pyöristykseen kohdalla



Koveran pyöristyskaaren säteen vähimmäisarvojen laskeminen

Tapaus 1. Pysähtymisnäkemä \leq kaaren pituus

$S_{\min} \approx \frac{l^2}{1.2\text{m} + 0.035l}$

Tapaus 2. Pysähtymisnäkemä $>$ kaaren pituus

$S_{\min} \approx \frac{2}{i_1 + i_2} \left(l - \frac{0.6\text{m} + 0.017l}{i_1 + i_2} \right)$

$h = \text{Valonheittäjän korkeus } 60\text{ cm}$
 $\gamma = \text{Valokeilan kulma } 1^\circ$

Pyöristyskaaren säteen ajodynaaminen vähimmäisarvo voidaan laskea kaavasta

$$S_{\min} = 0,154 \cdot V^2$$

jossa S_{\min} = pyöristyskaaren vähimmäisarvo (m)
 V = mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h)

Ulkonäköseikkojen takia valitaan pyöristyskaari siten, ettei tiehen synny jyrkän taitteen vaikutelmaa. Pyöristyskaaren kokonaispituuden tulisi olla vähintään $2 \cdot V$ (m), jossa V on mitoitusnopeus (ohjenopeus) (km/h).

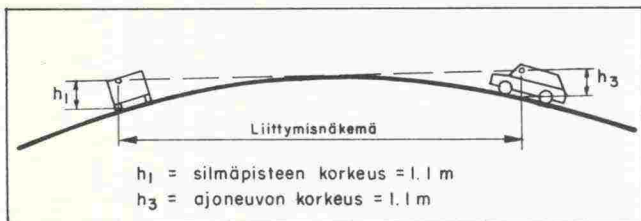
Tasausviiva liittymien kohdalla

Liittymien näkemäolosuhteiden kannalta on suora tai kovera tasaus edullisin

Pyöristyskaaren säteen vähimmäisarvot liittymien kohdalla

Mitoitusnopeus (ohjenoisuus) (km/h)	Pyöristyskaaren säteen vähimmäisarvot R (m)			
	Kupera pyöristys- tasoliittymän kohdalla		Eritasoliittymän kohdalla	
	Normaa- listi	Poikkeuk- sellisesti	Kupera	Kovera
40	2500	1000		
50	3500	1500		
60	5000	2500		
70	7000	4500		
80	9000	6500	7000	5000
90	12000	10000	10000	6000
100	16000	15000	15000	8000
110			22000	8000
120			22000	8000

Liittymisnäkemä tasausviivan kuperan pyöristyk-
sen kohdalla.



Pituuskaltevuus

Pituuskaltevuuden enimmäisarvot sellaisella tie-
osalla, jolla ei ole liittymiä.

Tien luokka	Pituuskaltevuuden enimmäisarvo %		
	Maaseudun teillä Normaalisti	Poikkeuk- sellisesti	Taajama- alueiden teillä
Moottoritiet ja moottoriliikenne- tiet	4	5	5
Sekaliikennetiet, tien ollessa			
- päätie	5	6	6
- kokoojatie	7	9	7
- yhdystie	10	12	10...12

Pituuskaltevuuden enimmäisarvot liittymien koh-
dalla.

Tien luokka	Pituuskaltevuuden enimmäisarvo %		
	Eritaso- liittymä	Tasoliittymä	
		Liikenteelli- sesti merkit- tävä	Tontti- liittymä
Moottoritie	3		
Moottoriliikenne- tie	3 (4)	3 (4)	
Päätie	3 (4)	3 (4)	(4) (5)
Kokoojatie	(3) (4)	3 (5)	4 (6)
Yhdystie		3 (5)	4 (6)

Pituuskaltevuuden vähimmäisarvo sellaisilla tien
osilla, jossa tien pinnan kuivatus sivukaltevuuden
muutoksen tai reunakiven takia on vaikeaa, on nor-
maalisti 1 % ja poikkeuksellisesti 0.4 %

6. TIEN PINNAN SIVU- JA VIETTOKALTEVUUS

Tien pinnan sivukaltevuudella tarkoitetaan ajora-
dan ja pientareen pinnan kaltevuuksia tielinjaa
vastaan kohtisuorassa tasossa.

Tien pinnan viettokaltevuudella tarkoitetaan tien
pinnan pituuskaltevuuden ja sivukaltevuuden geo-
metristä summaa eli vektorisummaa.

A. Ajoradan sivukaltevuus suoralla tienosalla

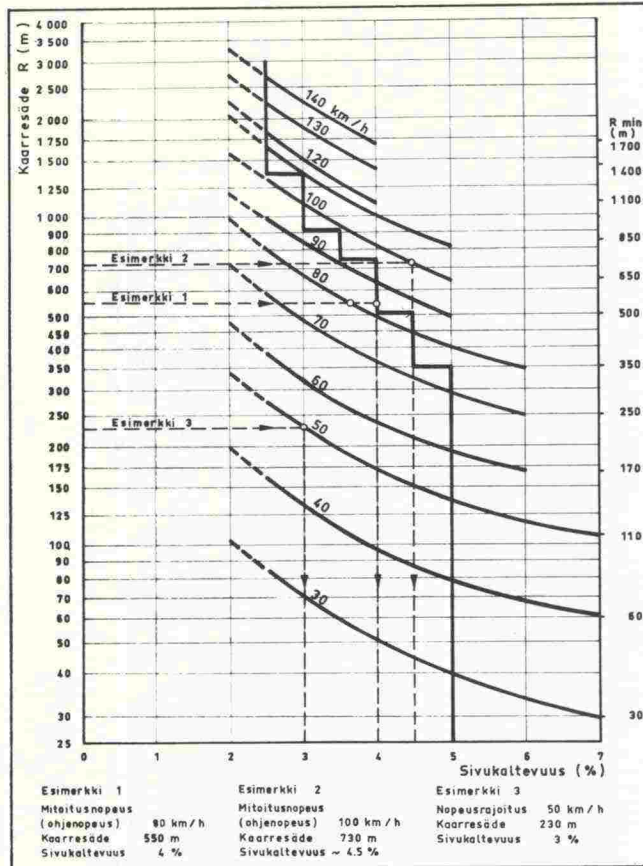
Päällysteen laatu	Sivukaltevuus %
Sekoitusmenetelmällä tehty päällysteet ja kantavat kerrokset	2,0 ... 3,0
Valuasfaltit	1,5 ... 2,0
Öljysora	3,0 ... 4,0
Sora	5,0
Imeytysmenetelmällä tehty päällysteet ja kantavat kerrokset	2,5 ... 3,0

B. Ajoradan sivukaltevuus kaarteessa

Ajorata suunnitellaan tielinjan kaaren kohdalla
yleensä yksisuuntaisesti sivukaltevaksi. Poikke-
uksena ovat kuitenkin sellaiset tielinjan kaaret,
joiden säteet ovat tien mitoitusnopeuteen (oh-
jenopeuteen) tai sallittuun nopeuteen nähden hy-
vin suuria. Tällaisissa kaarteissa voidaan käyt-
tää kaksipuolista sivukaltevuutta, jonka suuruus
määrätään samoilla perusteilla kuin suoralla tie-
osalla. Seuraavassa taulukossa on annettu sel-
laisten säteiden vähimmäisarvot, joiden yhtey-
dessä kaksipuolinen sivukaltevuus tulee kysymyk-
seen.

Mitoitusnopeus (ohjenoisuus) (km/h)	40	50	60	70	80
Kaarresäde (m)	1500	2000	3000	4000	5000

Ajoradan yksipuolisen sivukaltevuuden arvo määrätään seuraavaa nomogrammia käyttäen



Sivukaltevuuden suuruuden määrittämistapa riippuu siitä, onko tie nopeusrajoitukseton vai onko tiellä nopeusrajoitus seuraavasti:

Nopeusrajoituksettomalla tieosalla tulee sivukaltevuuden määrittämisessä kysymykseen seuraavat kaksi tapausta:

- Kaarresäteen ja mitoitusnopeuden (ohjenopeuden) perusteella määrätty piste on porrasviivan vasemmalla puolella, jolloin sivukaltevuuden arvo luetaan ko. kaarresäteen osoittamalta korkeudelta porrasviivan kohdalta (esimerkki 1).
- Kaarresäteen ja mitoitusnopeuden (ohjenopeuden) perusteella määrätty piste on porrasviivan oikealla puolella, jolloin porrasviivaa ei käytetä, vaan sivukaltevuuden arvo luetaan ko. mitoitusnopeutta (ohjenopeutta) vastaavan käyrän kohdalta (esimerkki 2).

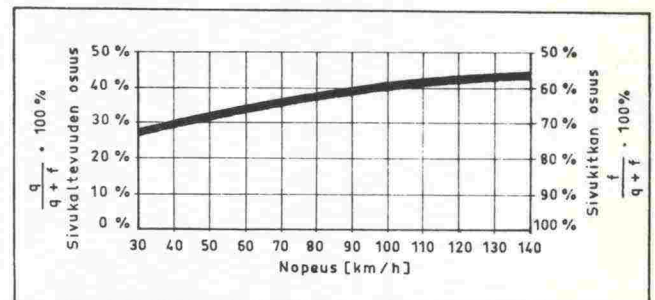
Nopeusrajoitusalueella määrätään ajoradan sivukaltevuus aina tielinjan kaaren säteen ja nopeusarvoa vastaavan käyrän kohdalta riippumatta siitä kummalle puolelle porrasviivaa piste sattuu (esimerkki 3).

Edellä olevan sivukaltevuuden suuruuden määrittämistä koskevan nomogrammin kaarresäteiden ja nopeuksien välistä riippuvuutta osoittavat käyrät on määrätty perustuen kaavaan

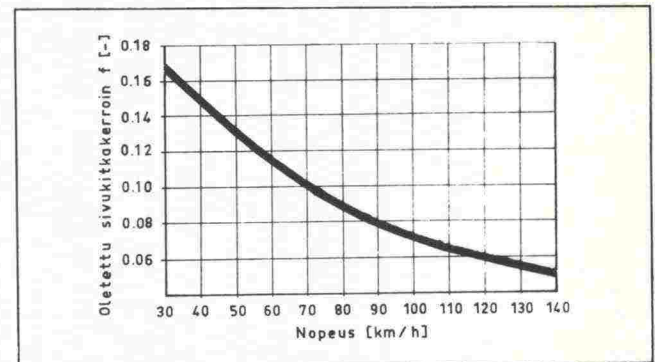
$$q + f = \frac{V^2}{127 \cdot R}$$

jossa q = sivukaltevuus (-)
 f = kitkakerroin (-)
 R = kaarresäde (m)
 V = ajoneuvon nopeus (km/h)

Sivukaltevuuden ja sivukitkan oletettu riippuvuus nopeudesta.



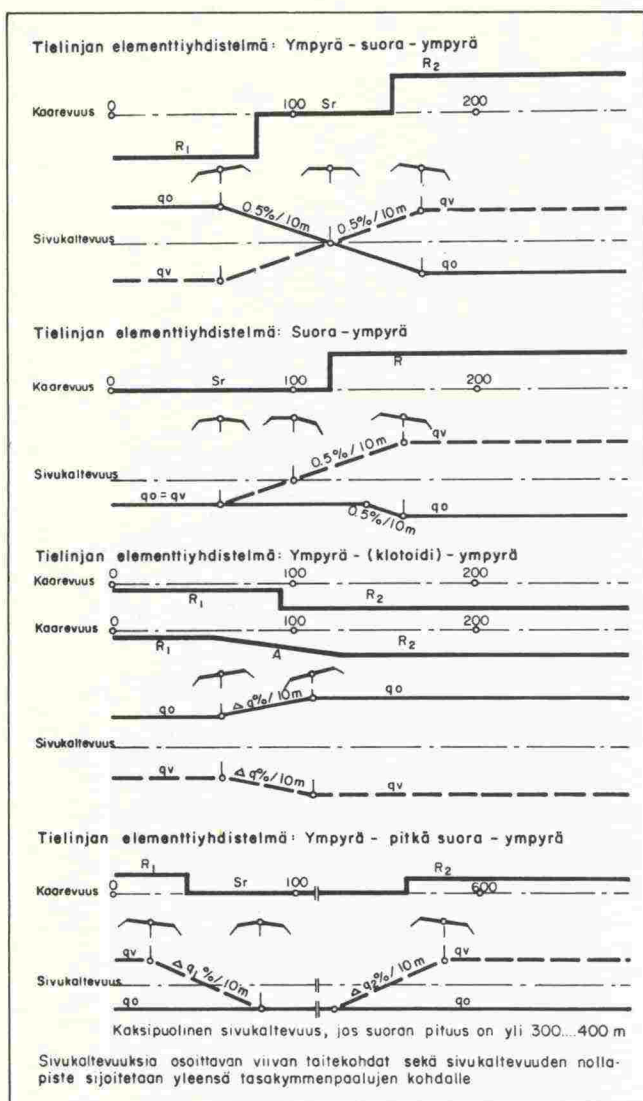
Oletettu sivukitkakertoimen enimmäisarvo eri nopeuksilla.



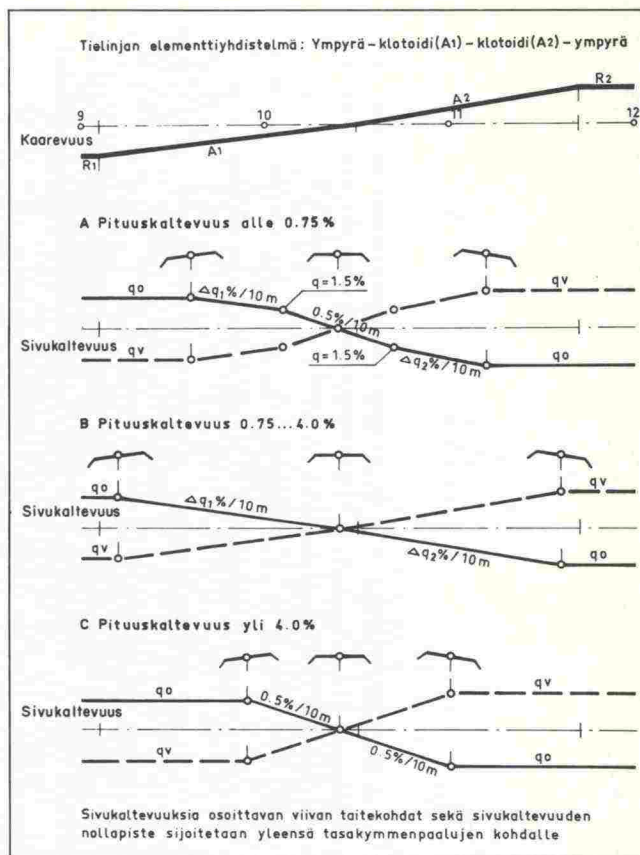
Sivukaltevuuden enimmäisarvot

Tien luokka	Sivukaltevuuden enimmäisarvo %
Moottoritiet	5,0
Moottoriliikennetiet	5,0
Sekaliikennettä palvelevat tiet	
- päätiet	6,0
- kokoojatiet	6,0
- yhdystiet	7,0

Sivukaltevuuden muutos kahden ympyräkaaren sekä suoran ja ympyräkaaren välillä



Sivukaltevuuden muutos S-kaaren kohdalla



E. Pientareen sivukaltevuus

1,5 metriä leveä tai sitä kapeampi piennar rakennetaan aina samaan kaltevuuteen kuin ajorata.

Yli 1,5 metriä leveä pientareen ajoradan viereinen osa rakennetaan 0.25 tai 0.5 metrin leveydeltä samaan kaltevuuteen kuin ajorata ja muu osa päällystetystä pientareesta tien keskiviivasta pois päin viettäväksi, sisäkaarteissa ajoradan kaltevuuteen ja ulkokaarteissa päällysteestä riippuen samaan kaltevuuteen kuin ajorata suoralla tiellä.

7. POIKKILEIKKAUKSEN LEVEYDEN MUUTOKSET

Tien poikkileikkauksen leveys vaihtelee tien eri kohdissa leveyden muutoksen johtuessa lähinnä:

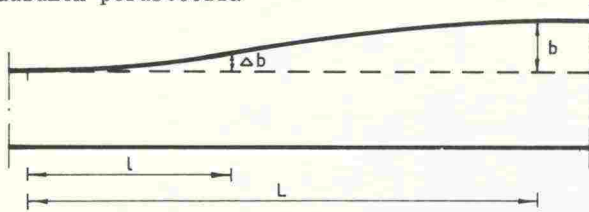
- poikkileikkaustyyppin muutoksesta
- lisäkaistoista
- ajoradan kaarrelevennyksestä
- kaksiajokaistaisen tien keskikaistan leveyden vaihtelusta

A. Poikkileikkaustyyppin muutoskohdan suunnittelu

Poikkileikkaustyyppin muutoskohdassa muuttuu ajoradan, pientareen tai koko tien pinnan leveys. Muutoskohdat on yleensä edullista sijoittaa tielinjan kaarteeseen tai liittymän kohdalle.

Mikäli ajoradan leveyden muutos on alle 1 % muutok-

seen käytettävästä matkasta, voidaan muutos suoraviivaisesti. Mikäli muutos on nopeampi, voidaan muutoksen välimitat laskea seuraavan taulukon perusteella



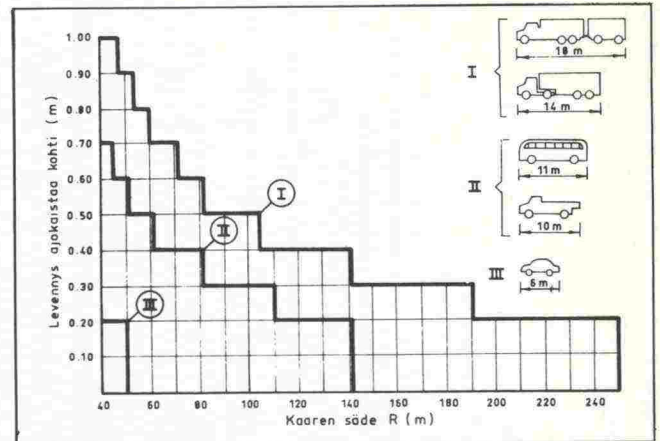
$100 \cdot \frac{l}{L}$	$\frac{\Delta b}{b}$	$100 \cdot \frac{l}{L}$	$\frac{\Delta b}{b}$	$100 \cdot \frac{l}{L}$	$\frac{\Delta b}{b}$
0	0.000	35	0.273	70	0.794
5	0.006	40	0.345	75	0.854
10	0.024	45	0.422	80	0.905
15	0.054	50	0.500	85	0.946
20	0.095	55	0.578	90	0.976
25	0.146	60	0.655	95	0.994
30	0.206	65	0.727	100	1.000

Kestopäällystetyn pientareen leveyden muutos suunnitellaan yleensä samanpituuisella matkalla kuin ajoradan leveyden muutos. Sorapientareen leveyden muutos tehdään yleensä suoraviivaisesti.

B. Ajoradan levennys kaarteissa

Ajoradan kaarrelevennys tulee kysymykseen kaarresäteen ollessa pienempi kuin 250 m.

Ajoradan levennys kaarteissa määrätään seuraavan kuvan perusteella



Kaarrelevennys lisätään yleensä ajoradan normaaliin leveyteen. Mikäli ajokaistan leveys ylittää 3,5 m, lasketaan ylittävä osa jo levennykseksi. Mitoitusajoneuvona käytetään yleensä yleisillä teillä kuorma-auton ja perävaunun yhdistelmää.

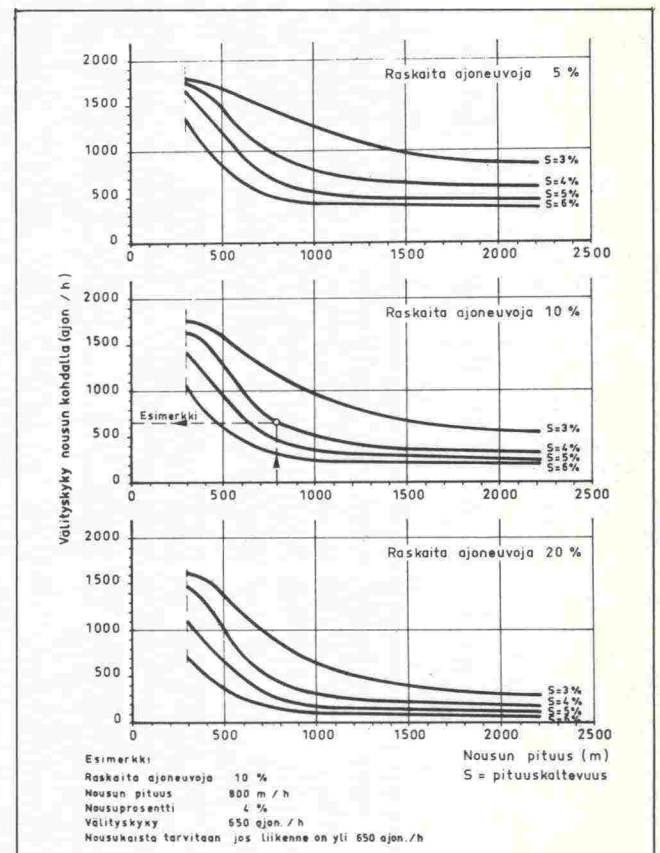
8. NOUSUKAISTAT

Nousukaistan tarpeellisuuden toteamisessa tulee kysymykseen seuraavat kaksi tapausta:

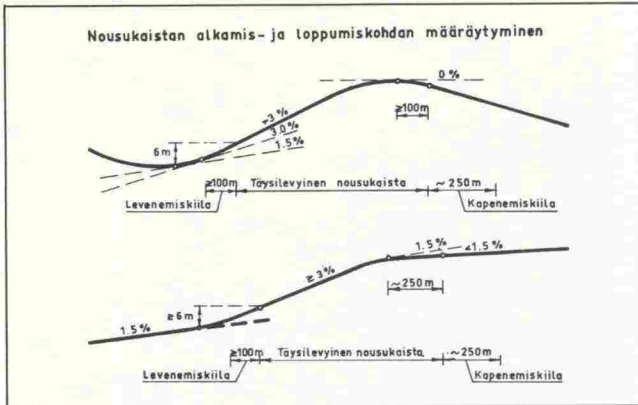
- päätießä nousukaistan tarpeellisuuden arvostelussa pidetään lähtökohtana sitä, että suunnittelun tavoitteena oleva palvelutaso saavutetaan nousun kohdalla. Tällöin on tarkistettava, että ajoneuvojen nopeudet ovat nousun kohdalla ko. palvelutason kannalta riittävät ja että mitoitusliikenne ei ylitä ko. palvelutasolle sallittua enimmäisliikennemäärää.
- kokooja- ja yhdysteillä pidetään nousukaistan tarpeellisuuden arvostelussa lähtökohtana sitä, että tien liikenteenvälityskyky ei ylitä nousun kohdalla. Nousukaistan tarpeellisuus todetaan käytännössä ohessa olevan kuvan nomogrammien perusteella. Ko. nomogrammista saadaan nousun pituuden ja jyrkkyyden sekä raskaiden ajoneuvojen määrän perusteella tien liikenteenvälityskyky nousun kohdalla. Nousukaista on tarpeellinen, mikäli tien mitoitusliikenne ylittää nomogrammista luetun liikenteenvälityskyvyn.

Mikäli pituuskaltevuus vaihtelee nousun matkalla, käytetään tarkastelussa koko nousun keskimääräistä pituuskaltevuutta tai jaetaan nousu kaltevuuden puolesta tasalaatuisiin osiin.

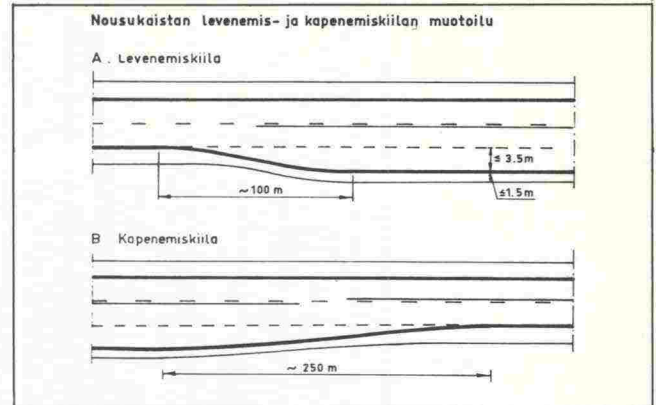
Nousukaistan tarpeellisuuden toteaminen



Nousukaistan pituuden määrittäminen



Nousukaistan päiden muodon määrittäminen



9. TIEN GEOMETRINEN MUOTO

Tien geometrinen muoto tarkoittaa näissä ohjeissa tielinjan, tasausviivan ja poikkileikkauksen muodostamaa kokonaisuutta. Tämä kokonaisuus pyritään saamaan sellaiseksi, että tie olisi sekä turvallinen että miellyttävä.

Tien geometrisen muodon tarkastelussa kiinnitetään huomiota lähinnä seuraaviin näkökohtiin:

- näkemäolosuhteiden muodostumiseen
- optiseen ohjaukseen
- tien optiseen joustavuuteen
- tien ja maaston sopusointuun

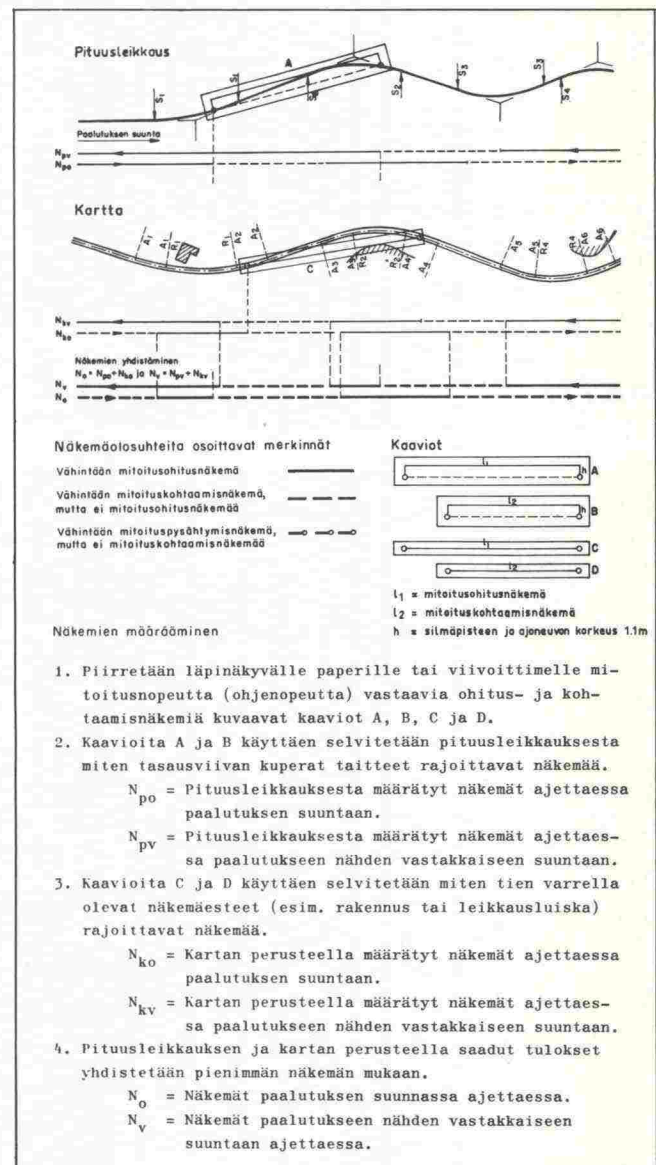
A. Näkemäolosuhteiden muodostaminen

Näkemää tien suunnassa voi rajoittaa kaarteiden sisäpuolella oleva näkemäeste tai tasausviivan kuperan pyöristykseen kohdalla tien pinta.

Sellaisella tien osalla, jolla esiintyy sekä näkemää rajoittavia kaarteita että tasausviivan kuperia pyöristyksiä, on edullisin sellainen tien muoto, jossa edellä mainitut näkemää rajoittavat elementit sijaitsevat kohdakkain ja muulla tien osalla on mahdollisimman esteetön näkemä.

Näkemäalueiden muodostamisen kannalta ovat yleensä edulliset sellaiset olosuhteet, joissa tie on näkemäalueen kohdalla penkereellä tai tasausviiva on kovera tai suora.

Näkemäolosuhteiden toteaminen voidaan käytännössä yleensä riittävällä tarkkuudella suorittaa seuraavassa kuvassa esitetyn periaatteen mukaisesti.

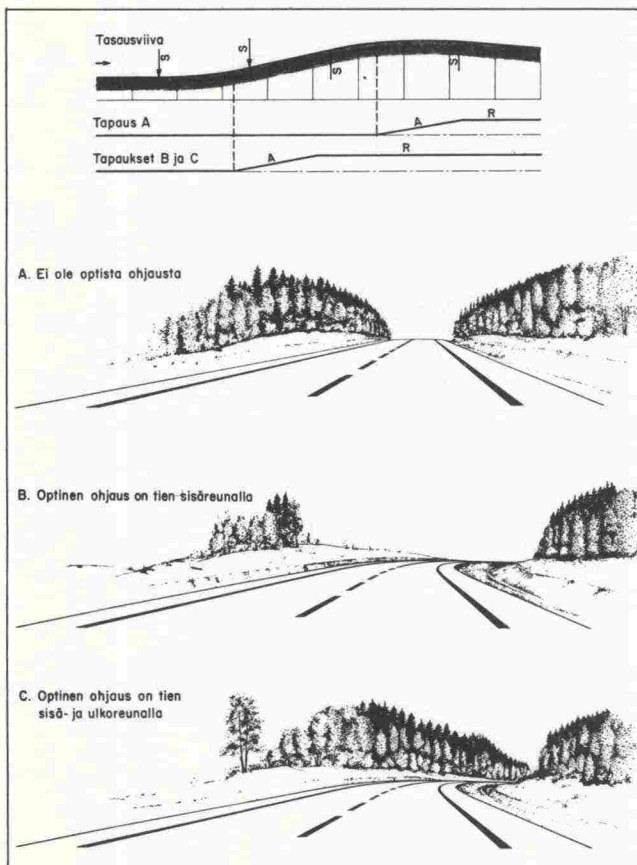


B. Optinen ohjaus

Optisella ohjauksella tarkoitetaan näissä ohjeissa tien reunan, reunaviivan, leikkausluiskan, kasvillisuuden tai ajoradan läheisyydessä olevien rakenteiden tien jatkuvuudesta antamaa viitettä, jonka perusteella ajaja voi ennakolta varautua tien suunnan muutoksiin.

Optiseen ohjaukseen kiinnitetään erityistä huomiota tasausviivan kuperan pyöristykseen kohdalla, missä tie katoaa näkyvistä suhteellisen lyhyen matkan päässä. Tie pyritään tällaisessa kohdassa suunnittelemaan kaarevaksi ja siten, että kaarevuuden suunta pysyy muuttumattomana.

Seuraavassa kuvassa on esitetty kolme perspektiivikuvaa teistä, jotka ovat tasausviivan puolesta samanlaisia. Tapauksessa A tielinjan kaari alkaa kuperan pyöristykseen alkupisteen jälkeen, jolloin tien suunnan muutos ei ole ennakolta havaittavissa. Tapauksissa B ja C kaarre on kuperan taitteen kohdalla. Tällöin tien suunnan muutos on tapauksessa B nähtävissä tien reunan perusteella. Tapauksessa C optista ohjausta korostavat tielinjan ulkokaarteissa olevat puut ja pensaat.

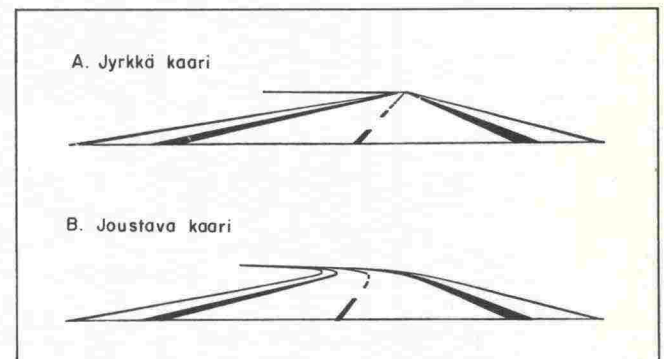


C. Tien optinen joustavuus

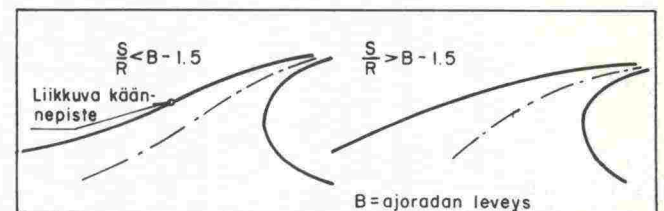
Tien optisella joustavuudella tarkoitetaan tien muodon joustavuutta ja sujuvuutta.

Tien optisen joustavuuden saavuttamiseksi tulisi tien muodon suunnittelussa noudattaa seuraavia pääperiaatteita:

a) tielinjan ja tasausviivan kaarien tulisi olla kyllin loivia ja riittävän pitkiä.



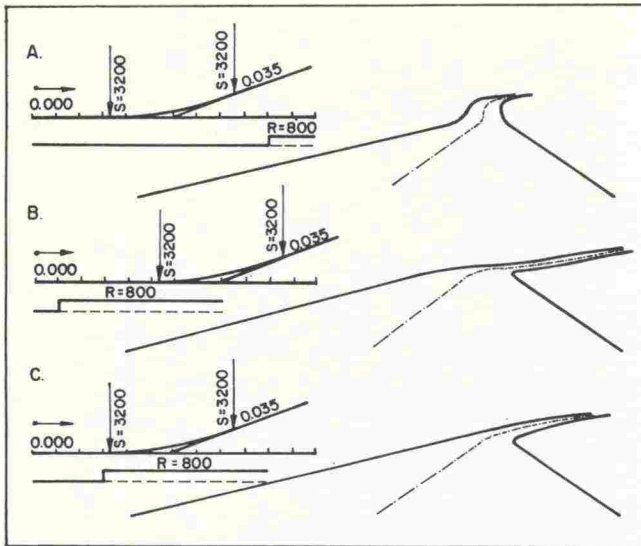
b) tielinjan ja tasausviivan kaarevuuksien välillä tulisi vallita sopiva suhde, jotta tielle ei muodostuisi liikkuvia käännepeisteitä



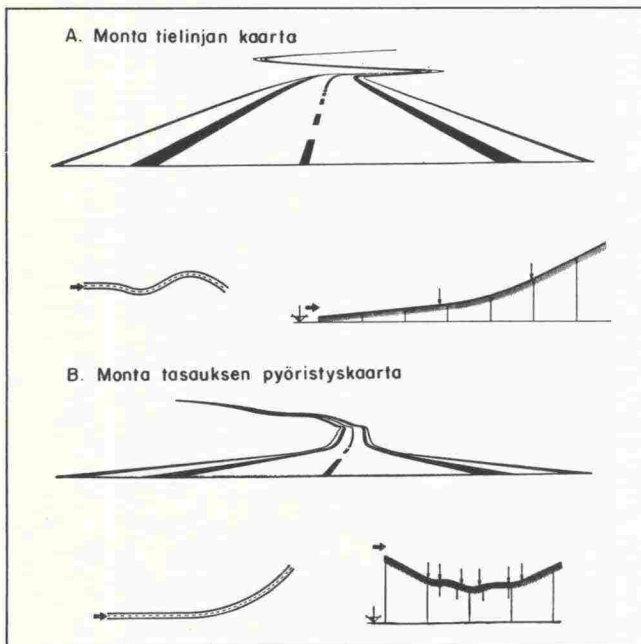
c) tielinjan ja tasausviivan erikoispisteet, joita ovat kaarien alkupisteet ja todelliset käännepeisteet, tulisi sijoittaa tarkoituksenmukaisella tavalla toisiinsa nähden. Tielinjan erikoispisteet on optisen joustavuuden kannalta edullisinta sijoittaa johonkin seuraavassa mainittuun tien kohtaan:

- tasausviivan pitkän koveran pyöristyskaaren keskivaiheelle
- tasausviivan suoralle osalle kauaksi tasausviivan erikoispisteestä
- kohdakkain pituusleikkauksen erikoispisteiden kanssa, jolloin tielinjan säteiden tulisi olla suhteellisen suuria

Esimerkki tielinjan ja tasausviivan erikoispisteiden sijainnin vaikutuksesta tien ulkonäköön.



d) Näkökentässä ei saisi samanaikaisesti olla monta tielinjan ja tasausviivan kaarta. Tie pyritään sovittamaan maastoon siten, että sen jokaisessa kohdassa näkyy korkeintaan kaksi kaarta kerrallaan.



D. Tien ja maaston sopusointu

Tien geometrinen muoto pyritään suunnittelemaan sellaiseksi, että tien ja maaston yhteenkuuluvuus olisi luonteva, toisin sanoen, että tie ja maasto olisivat sopusoinnussa keskenään.

Maasto jaotellaan näissä ohjeissa maaston topografian perusteella seuraaviin tyyppisiin:

- tasainen maasto
- mäkinen maasto
- erittäin mäkinen maasto

Tasaiseen ja aukeaan maastoon sopii parhaiten loivavakaarteinen tielinja ja tasaus sekä pitkäkköt suorot tieosat. Tasaisessa metsäisessä maastossa voidaan käyttää pienempisäteisiä kaarielementtejä kuin maaston ollessa aukea.

Mäkisessä maastossa on edullisinta suunnitella tie siten, että tielinjan ja tasausten kaarteet ja suorot osat vaihtelevat samassa rytmissä kuin mäet ja laaksot seuraavat toisiaan.

Erittäin mäkiseen maastoon ei ole yleensä edullista sijoittaa korkealuokkaista tietä, koska syvien leikkausten ja korkeiden penkereiden muodostumista ei tällaisessa maastossa voida välttää. Mikäli tämä on kuitenkin painavien syiden vuoksi tarpeellista, on otettava erityisesti huomioon maisemahoidollisista toimenpiteistä annettavat ohjeet.

E. Eri tyyppisten teiden geometrinen muoto

Tien muodon suunnittelussa kiinnitetään kaikilla teillä huomiota edellä kohdissa A, B, C ja D esitettyihin näkökohtiin. Näiden näkökohtien painotus riippuu kuitenkin suuresti tien tyyppistä ja liikenteellisestä merkityksestä.

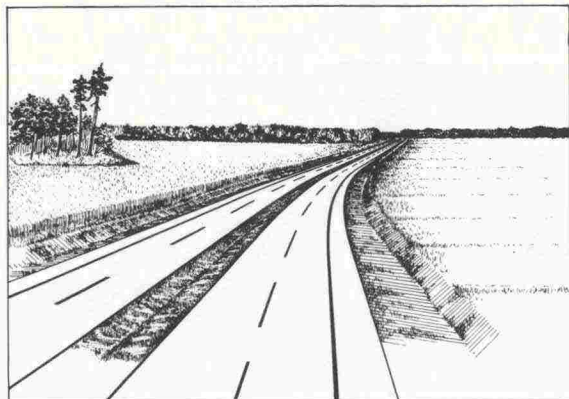
Moottoriteillä pyritään toteuttamaan kaikki edellä esitetyt näkemäolosuhteita, optista ohjausta, optista joustavuutta sekä tien ja maaston sopusointua koskevat vaatimukset. Tämä edellyttää tien sijoittamista suhteellisen tasaiseen maastoon sekä suurisäteisten tielinjan ja tasausviivan kaarien käyttöä.

Kaksiajokaistaisilla liikenteellisesti tärkeillä pää- ja kokoojateilla asetetaan kohdassa 2 esitetyt ohitusmäkiä koskevat vaatimukset optisen joustavuuden edelle. Tie suunnitellaan mieluiten suorien ja kaarien yhdistelmäksi ottaen samalla mahdollisuuksien mukaan huomioon tielinjan ja tasausviivan yhteensovittamista koskevat ohjeet.

Vähäliikenteisen tien suuntauksen suunnittelussa on pääpaino yleensä rakennuskustannusten säästämällä. Tästä johtuen tien tasausviiva seuraa suhteellisen tarkasti maanpinnan korkeusvaihteluja.

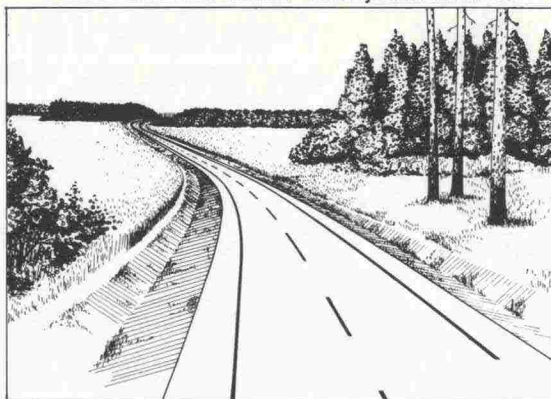
Esimerkkejä erityyppisten teiden geometrisesta muodosta erilaisessa maastossa

Moottoritie

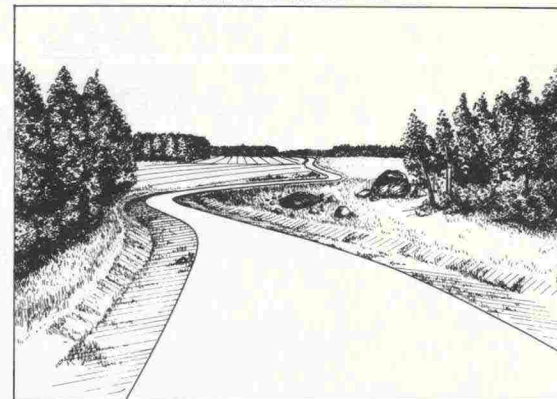


Tasainen
maasto

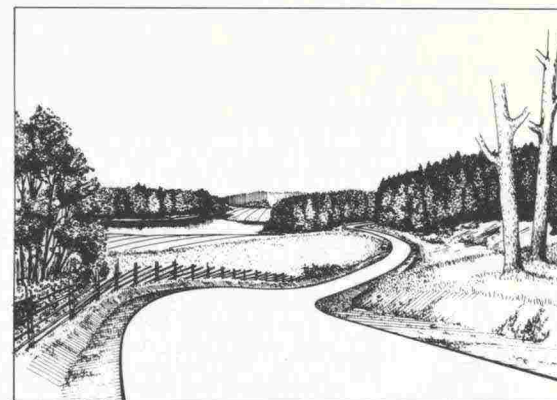
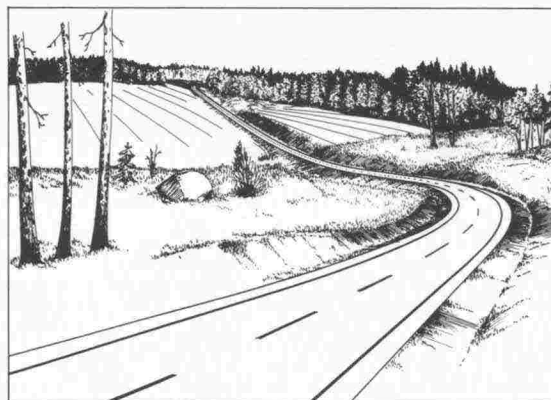
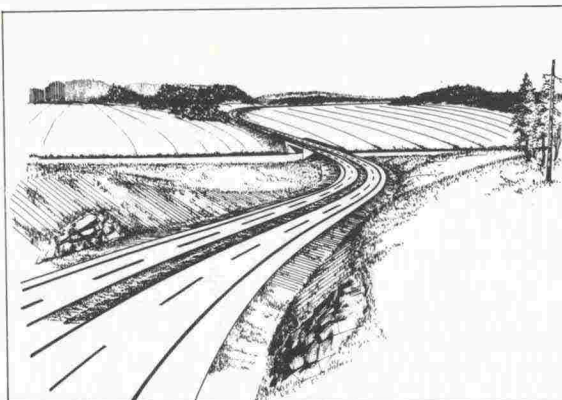
Liikenteellisesti tärkeä kaksiajokaistainen tie



Vähäliikenteinen tie



Mäkinen
maasto



Erittäin mäkinen
maasto

